



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107073283 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201580023053.8

专利权人 新宁研究所(SRI)

(22)申请日 2015.03.23

(72)发明人 T·E·阿姆托尔 F·乌勒曼

(65)同一申请的已公布的文献号

S·巴拉特 E·德赫甘马尔瓦斯特

申请公布号 CN 107073283 A

C·M-f·孔 A·拉维

J·克吕克尔

(43)申请公布日 2017.08.18

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(30)优先权数据

代理人 李光颖 王英

14171113.5 2014.06.04 EP

61/988,960 2014.05.06 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2016.11.04

A61N 5/10(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/EP2015/056108 2015.03.23

US 2009234175 A1,2009.09.17,

CN 1503184 A,2004.06.09,

(87)PCT国际申请的公布数据

WO 0025865 A1,2000.05.11,

W02015/169498 EN 2015.11.12

审查员 邱恬

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

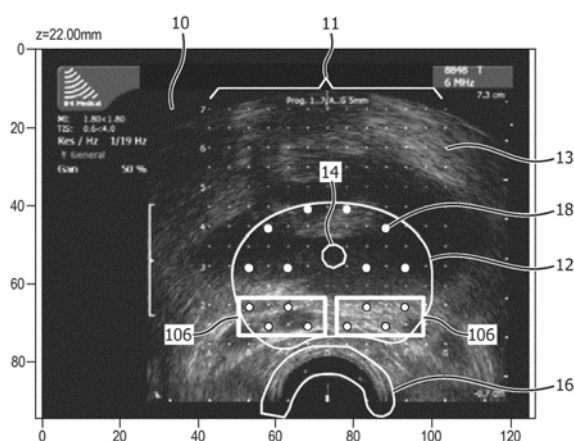
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

处置规划系统

(57)摘要

对模式的生成并将其适配到特定几何结构要求大量人工作业。本发明的目的在于简化临床医生在处置规划期间的工作流。该目的由一种被配置用于确定要在处置期间使用的导管插入位置或针插入位置的集合的处置规划系统实现。所述处置规划系统包括图像提供模块,其用于提供能够根据其导出至少一个处置目标结构的医学图像。所述处置规划系统还包括模式提供模块,其用于提供包括多个导管插入位置或针插入位置的针对导管插入或针插入的一个标准模式或标准模式的集合,其中,导管位置或针位置与在所述至少一个处置目标结构中的处置位置相关。



1. 一种被配置用于确定要在处置期间使用的导管插入位置或针插入位置的集合的处置规划系统,所述处置规划系统包括:

- 图像提供模块,其用于提供能够根据其导出至少一个处置目标结构的医学图像;
- 模式提供模块,其用于提供包括多个导管插入位置或针插入位置的针对导管插入或针插入的一个预定标准模式或预定标准模式的集合,其中,导管插入位置或针插入位置与在所述至少一个处置目标结构中的处置位置相关;
- 患者特异性优化模块,其被配置用于通过使用成本函数来使一个或多个标准模式适配到所述处置目标结构的患者特异性几何结构,其中,所述成本函数包括针对得到的模式与所述标准模式的对称性和/或形状的偏差的惩罚项。

2. 根据权利要求1所述的处置规划系统,还包括:

- 用于使得能够基于所述标准模式的几何结构与所述至少一个处置目标结构的比较或基于根据所述标准模式得到的处置剂量与预定剂量约束的比较来从标准模式的集合中选择一个或多个导管插入模式或针插入模式的模块。

3. 根据权利要求1所述的处置规划系统,其中,所述模式提供模块被配置用于生成一个标准模式或标准模式的集合,所述标准模式的集合是基于所述处置目标结构的所述几何结构的规则的。

4. 根据权利要求1所述的处置规划系统,其中,所述处置规划系统被配置用于从数据库中获取所述标准模式的集合。

5. 根据权利要求1所述的处置规划系统,还被配置用于使得能够分割非访问区,其中,所述处置规划系统被配置为自动确定从插入点到处置位置的轨迹是否将进入或通过所述非访问区。

6. 根据权利要求1所述的处置规划系统,其中:

- 所述患者特异性优化模块被配置用于通过允许以下中的至少一项来调整一个或多个标准模式:
  - 在x方向、y方向或z方向中的至少一个上对所述标准模式进行均匀缩放;
  - 以对称方式在x方向、y方向或z方向中的至少一个上对导管插入位置或针插入位置的块进行移位;
  - 以非对称方式在x方向、y方向或z方向中的至少一个上对导管插入位置或针插入位置的块进行移位;
  - 在x方向、y方向或z方向上对单个导管插入位置或针插入位置进行移位;
  - 从所述标准模式中移除单个导管插入位置或针插入位置或者将单个导管插入位置或针插入位置添加到所述标准模式。

7. 根据权利要求6所述的处置规划系统,被配置用于使得用户能够通过设置以下中的至少一项来影响所述惩罚项:

- 在x方向、y方向或z方向上对所述标准模式的最大允许缩放;
- 要个体地被移动的导管插入点或针插入点的最大允许数量;
- 依赖于单个导管被移动的距离的惩罚;
- 对所述得到的模式的非对称性的惩罚;
- 针对与标准模式的总体偏差的度量;

- 能够被添加和/或被移除的导管插入位置或针插入位置的最大允许总数量；
- 依赖于所述导管距所述处置目标结构的表面的距离的惩罚；
- 用于防止覆盖不足和热点的对结果剂量分布的惩罚。

8. 根据权利要求5所述的处置规划系统, 其中, 所述处置规划系统被配置为在从所述插入点到所述处置位置的轨迹进入或通过所述非访问区时将导管插入位置或针插入位置从所述标准模式中移除。

9. 根据权利要求1所述的处置规划系统, 被配置用于规划对前列腺的处置, 其中, 所述处置规划系统被配置用于执行以下步骤:

- 自动选择包括所述前列腺的中腺的医学图像切片;
- 将来自所述标准模式的集合的多个标准模式投影到前列腺中腺;
- 将所述标准模式的几何结构与所述前列腺中腺的几何结构进行比较, 或者基于对由所述标准模式得到的结果剂量与预定剂量约束的比较;
- 选择其几何结构与所述前列腺中腺的所述几何结构具有最大一致性或者其处置剂量与所述预定剂量约束最佳匹配的一个或多个标准模式。

10. 根据权利要求2所述的处置规划系统, 其中, 用于使得能够进行选择的所述模块被配置用于自动地从所述标准模式的集合中选择标准模式。

11. 根据权利要求2所述的处置规划系统, 被配置用于在由所述用于使得能够选择一个或多个导管插入模式或针插入模式的模块或用户选择了所述导管插入模式或所述针插入模式之后, 执行对一个或多个所选择的标准模式的优化。

12. 根据权利要求6所述的处置规划系统, 其中, 所选择的标准模式是基于针对所述至少一个处置目标结构和至少一个风险器官的剂量约束来优化的。

13. 根据权利要求1所述的处置规划系统, 包括医学成像单元, 所述医学成像单元被配置用于获取来自所述处置目标结构的医学图像并且被配置用于将所述医学图像提供到所述图像提供模块。

14. 根据权利要求1所述的处置规划系统, 还包括:

- 显示器, 其被配置用于显示多个所选择的标准模式以允许用户从所述多个所选择的标准模式中选择首选导管插入模式或针插入模式;

并且其中, 所述处置规划系统还被配置用于接收关于由所述用户选择的标准模式的用户输入。

## 处置规划系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医学处置规划的领域中的系统。

### 背景技术

[0002] 在典型的医学介入(例如,短程放疗)的背景下,基于流程前成像(例如,MRI、超声、X射线)数据执行预计划,其中描绘处置目标结构,同时避免一个或多个临界器官。通常在短程放疗期间,使用包括多个孔口的网格来以最终导管位置或针位置尽可能接近地类似所规划的位置的方式引导导管或针的插入。

[0003] 定位单元用于将网格相对于患者正确地对齐。定位单元可连接到患者台。在定位了患者和网格之后,可以利用医学成像系统来校准网格的位置。之后,基于预定剂量约束,可以计算介入计划(例如,HDR/LDR放疗处置计划、热消融计划),该计划提供输送满足规定的剂量约束的剂量分布所需的针插入位置。以这种方式,可以确定在处置期间需要通过其将导管或针插入的网格中的位置。

[0004] 对模式的生成并将其适配到特定几何结构要求大量人工作业。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是简化临床医生在处置规划期间的工作流。

[0006] 该目的通过根据权利要求1所描述的处置系统实现。

[0007] 本发明部分地基于发明人的如下洞察:尽管可以通过现代处置规划软件找到适当的网格位置并将其建议给临床医生,但是许多医生依赖标准模式进行导管插入或针插入,标准模式已经被证实产生良好且健壮的处置结果。根据本发明的系统考虑到医生的这种常用工作方式,并得到消耗少得多的时间的规划方式。

[0008] 通过向临床医生自动提供一个标准模式或标准模式的集合,所提供的导管插入模式或针插入模式将依从临床医生的首选对称性和形状的想法,同时简化工作流,这是因为不必自动生成标准模式。此外,本发明可以帮助经验较少的临床医生选择临床上可接受的导管插入模式或针插入模式。

[0009] 在创建介入计划之前预先确定标准模式。标准模式显示了在显著的程度上对关于这些处置有经验的临床医生在他将要手动创建导管插入模式或针插入模式时将提出的插入模式的一定程度的对称性和/或类似性。此外,标准模式可以基于临床医生对将要使用的导管或针的最大值和/或最小值、和/或针密度或导管密度或到处置目标结构和/或风险器官的边缘的针距离或导管距离的洞察。可以在选择了标准模式之后直接使用该标准模式,或者标准模式可以是进行(限制)优化的起始点。

[0010] 可以通过分析由有经验的临床医生所使用的导管插入模式或针插入模式来生成标准模式的集合。备选地,处置规划系统可以被配置为允许临床医生自己创建由模式提供模块使用的集合。这是有利的,因为不同的临床医生可以使用不同的标准模式。通过允许临床医生自己创建集合,他可以对标准模式具有更大的影响,同时工作流保持对标准工作

流的简化,因为在标准工作流中针对每个个体患者需要大量手工作业以生成模式并将其适配到特定几何结构。此外,处置规划系统可以被配置为允许向系统添加标准模式或从系统中移除标准模式。另外,这允许临床医生进一步按自己的偏好优化系统。可以将标准模式的集合保存在数据库中。

[0011] 备选地,可以以基于规则的方式基于患者的处置目标和避免结构来生成一个标准模式或标准模式的集合。这可以在处置之前患者已经被定位在患者支撑物上时在工作中完成。

[0012] 处置规划系统的实施例还包括用于使得能够基于标准模式的几何结构与至少一个处置目标结构的比较或基于根据标准模式得到的处置剂量与预定剂量约束的比较来从标准模式的集合中选择一个或多个导管插入模式或针插入模式的模块。处置规划系统被配置为向临床医生提供标准导管插入位置或针插入位置的集合在处置目标结构上的投影。使得临床医生能够从该集合中选择导管插入位置或针插入位置。备选地,处置系统自动选择一个或多个标准模式,其与处置目标结构的几何结构最佳匹配或者针对其的结果处置剂量与预定剂量约束最佳匹配。几何结构的最佳匹配例如可以通过以下来确定:调查哪个或哪些标准插入模式给出处置目标结构的良好覆盖,同时没有导管位置或针位置在处置目标结构之外。预定剂量约束例如可以是给予处置区域的最小剂量或者给予邻近风险器官的最大剂量。风险器官是可能在通过被提供到处置目标结构的剂量进行处置期间被损坏的器官,例如,针对前列腺处置的直肠、尿道和膀胱是风险器官。剂量测定质量的指示符的示例是保形性指数或 $V_x$ (接收规定剂量的 $x\%$ 的体积)或者 $D_x$ (覆盖体积的 $x\%$ 的最小剂量)。

[0013] 处置规划系统的实施例被配置用于使得能够分割一个或多个非访问区。非访问区是针不能够或不应当进入或通过的区域。这例如可以是可能会被导管或针伤害的临界结构,例如尿道。此外,非访问区可以是由于患者的解剖结构(例如,由于存在骨头)或由于患者相对于他被定位在其上的患者支撑物的位置导管或针不能够进入或通过的区域。分割可以由处置规划系统自动完成或由系统的用户完成。该实施例是有利的,因为关于临界结构的位置的信息可以用于选择标准模式。例如,在前列腺中的典型临界结构是尿道,应当避免刺穿尿道。因此,根据本发明的实施例,不选择可能导致刺穿尿道的标准模式。

[0014] 处置规划系统的实施例包括患者特异性优化模块,其被配置用于通过使用成本函数来将标准模式适配到处置目标结构的患者特异性几何结构。优化允许以下中的至少一个:均匀缩放,对导管插入位置或针插入位置的块进行移位,移除或添加单个导管插入位置或针插入位置,对单个导管插入位置或针插入位置进行移位。成本函数包括针对模式与标准模式的对称性和/或形状的偏差的惩罚项。这样,标准模式可以针对个体患者被优化,同时仍依从临床医生的首选对称性和形状的想法。处置规划系统可以被配置为在选择一个或多个标准插入模式之前和/或之后执行优化。

[0015] 处置规划系统的实施例被配置用于使得用户能够影响惩罚项。这可以通过设置以下中的至少一项来实现:在 $x$ 方向、 $y$ 方向或 $z$ 方向上对模式的最大允许缩放,要个体地被移动的导管插入点或针插入点的最大允许数量,依赖于单个导管被移动的距离的惩罚,对模式的非对称性的惩罚,针对与标准模式的总体偏差的度量,能够被添加和/或被移除的导管插入位置或针插入位置的最大允许总数量,依赖于导管距目标的表面的距离的惩罚,

用于防止覆盖不足和热点的对结果剂量分布的惩罚。这样,用户可以影响模式可以与标准模式偏差的量。

[0016] 处置规划系统的实施例被配置为在从插入点到处置位置的轨迹进入或通过非访问区时将导管插入位置或针插入位置从标准模式中移除。这是有利的,因为这样可以避免不可行的导管插入模式或针插入模式。

[0017] 根据处置规划系统的实施例,处置目标结构是前列腺。处置规划系统自动选择包括前列腺的中腺的医学图像切片并且将来自标准模式的集合的多个标准模式投影到前列腺中腺。将前列腺中腺的几何结构与标准模式进行比较。基于比较,选择一个或多个标准模式。这是有利的,因为与聚焦于3D体积相比,聚焦于一个切片将加速过程。

[0018] 根据本发明的另一实施例,处置规划系统包括医学成像单元(例如,超声、MRI、X射线),其被配置用于获取来自处置目标结构的医学图像并且被配置用于将医学图像提供到图像提供模块。处置规划系统还可以包括显示器,其被配置用于显示多个所选择的标准模式以允许用户从多个所选择的标准模式中选择首选导管插入模式或针插入模式。此外,处置规划系统被配置用于接收关于由用户选择的标准模式的用户输入。

[0019] 本发明不限于短程放疗,而是还可以用于利用例如RF或HIFU针的计划处置。此外,本发明的实施例可以被实施为如独立处置规划系统的软件。本发明的实施例还可以用于更新现有的处置规划系统。

[0020] 本发明的这些和其他方面将从下文描述的实施例变得显而易见并参考下文描述的实施例获得阐述。

## 附图说明

[0021] 图1示出了前列腺的超声图像。

[0022] 图2示意性示出了处置规划系统的实施例。

[0023] 图3以图解方式示出了本发明的实施例。

## 具体实施方式

[0024] 图1示出了前列腺12的超声图像10。在图像的顶部,投影了网格11。该网格包括多个孔口13。选择几个孔口作为导管插入位置或针插入位置(例如,18)。这些导管插入位置或针插入位置一起形成标准模式。如图1所示,导管插入模式或针插入模式是对称的,并且类似于前列腺12的几何结构。此外,可以看出,在尿道14和周围导管位置或针位置(例如18)之间保持了一定距离。这样,可以防止导管或针刺穿尿道。此外,这样,可以限制对尿道的处置剂量,同时对前列腺应用高的处置剂量。这将限制在尿道中剂量诱发毒性的可能性。为了相同的原因,在导管位置或针位置和直肠16之间保持一定距离。

[0025] 图2示意性示出了处置规划系统20的实施例。处置规划系统包括图像提供模块,其用于提供可以根据其导出至少一个处置目标结构12的医学图像。处置规划系统还包括医学成像单元24(例如,超声、MRI、X射线)。医学成像单元被配置为将图像提供到图像提供模块22。备选地,图像提供模块可以例如从网络、患者数据库、USB棒来加载医学图像。在这种情况下,医学图像可以包括对处置目标结构12的描绘。这种描绘可以有助于自动选择与目标的几何结构最佳匹配或最佳地满足预定剂量约束的一个或多个标准针插入模式。

此外,医学图像可以包括对当对处置目标结构应用剂量时需要避免的导管或针的非访问区(例如,骨头、尿道)或风险器官的一个或多个描绘。另外,处置规划系统可以包括分割使能模块26,其被配置用于自动分割医学图像中的一个或多个结构或使得用户能够分割医学图像中的结构。

[0026] 模式提供模块28提供一个标准模式或标准模式的集合。可以以基于规则的方式基于患者的处置目标结构来生成一个标准模式。对一个或多个标准模式的基于规则的生成意味着至少对称规则被用于对一个或多个标准模式的生成。这可以通过对违反对称性设置惩罚和/或通过以对称方式将针或导管添加到标准模式和/或从标准模式移除来进行。此外,可以设置要使用的导管或针的最大数量和/或最小数量。另外,可以设置在导管/针之间的距离以及在导管或针与处置目标结构的边缘之间的距离或从导管或针到风险器官的距离。此外,可选地,可以设置导管密度或针密度。该密度可以适于不同疾病状态和/或不同子区域。可以通过子模式106的组合来构建一个或多个标准模式。针对前列腺12的这个示例可以例如是使用两个基本对称的子模式106,其中4个导管插入位置和/或针插入位置在尿道14下面。该基于规则生成的标准模式可以直接用于由临床医生进行导管插入或针插入或者可以被提供到优化模块以用于进一步优化。

[0027] 标准模式的集合可以被提供到用于使得能够基于标准模式的几何结构与至少一个处置目标结构的比较或基于根据标准模式得到的处置剂量与预定剂量约束的比较来选择一个或多个标准模式的模块23。可以通过处置规划系统(例如,通过确定 $V_x$ 或 $D_x$ 的值或通过确定保形性指数)来自动进行该选择。备选地,用户自己从由模式提供模块提供的多个标准模式中选择一个或多个标准模式。为此,在显示器21上显示标准模式。还可以组合上述选项,例如,处置规划系统可以被配置为自动进行多个标准模式的第一选择,用户可以根据其做出最终选择。

[0028] 处置规划系统可以计算并输出特定网格孔以用于在标准模式中的导管或针,从而获得所选标准模式的最佳定位。如果选择了多个标准模式,则每个模式可以定义其最佳位置。

[0029] 处置规划系统此外可以包括患者特异性优化模块25。优化允许以下中的至少一项:均匀缩放,对导管插入位置或针插入位置的块进行移位,移除或添加单个导管插入位置或针插入位置,对单个导管插入位置或针插入位置进行移位。成本函数包括针对模式与标准模式的对称性和/或形状的偏差的惩罚项。此外,成本函数可以包括针对优化的剂量分布与规定的剂量分布的偏差的惩罚项。另外,优化模块可以被配置用于在通过该位置的导管插入或针插入将导致导管或针到处置目标结构的轨迹时自动将导管插入位置或针插入位置从标准插入模式中移除,其中该轨迹通过非访问区(如临界结构)或例如由于患者的解剖结构或其在患者支撑物上的位置而不能到达的区域。处置规划系统可以被配置为在选择一个或多个标准插入模式之前和/或之后执行优化。

[0030] 图3以图解方式示出了本发明的实施例。首先,将患者定位在台顶部上,并且将网格与医学成像单元24进行校准。在此之后,开始30执行处置规划系统。根据该实施例,这些图像来自前列腺。此外,在这些图像上执行分割31。基于医学图像和/或分割,找到前列腺中腺32。这例如可以通过确定包含最大前列腺横截面的图像切片或通过简单地选择所分割的前列腺的中间切片来实现。从标准模式的集合中获取多个标准模式。该集合可以在

模式数据库35中获得。备选地,可以基于规则生成一个或多个标准模式。将多个标准插入模式投影到前列腺中腺,以便找到一个或多个最佳匹配33。可能地,用户可以从由处置规划系统34进行的预先选择中选择标准模式。

[0031] 在选择之后,可以以受限制的方式使所选择的(一个或多个)标准插入模式变形,从而保持所需要的对称性和形状36。为了对此进行进一步促进,处置规划系统可以被配置用于使得用户能够例如通过允许用户设置以下中的至少一项来修改成本函数中的惩罚项:在x方向、y方向或z方向上对模式的最大允许缩放,要个体地被移动的导管插入点或针插入点的最大允许数量,依赖于单个导管被移动的距离的惩罚,对模式的非对称性的惩罚,针对与标准模式的总体偏差的度量,能够被添加和/或被移除的导管插入位置或针插入位置的最大允许总数量。在此之后,执行如本领域中公知的逆向规划。在此之后,确定得到的处置规划的质量37。重复该过程,直到得到的处置规划满足预定要求或在最大数量的迭代之后38。在此之后,过程结束39。

[0032] 虽然已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明,但是这种说明和描述被认为是说明性或示例性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例,并且可以用于医学处置规划领域中的处置规划。



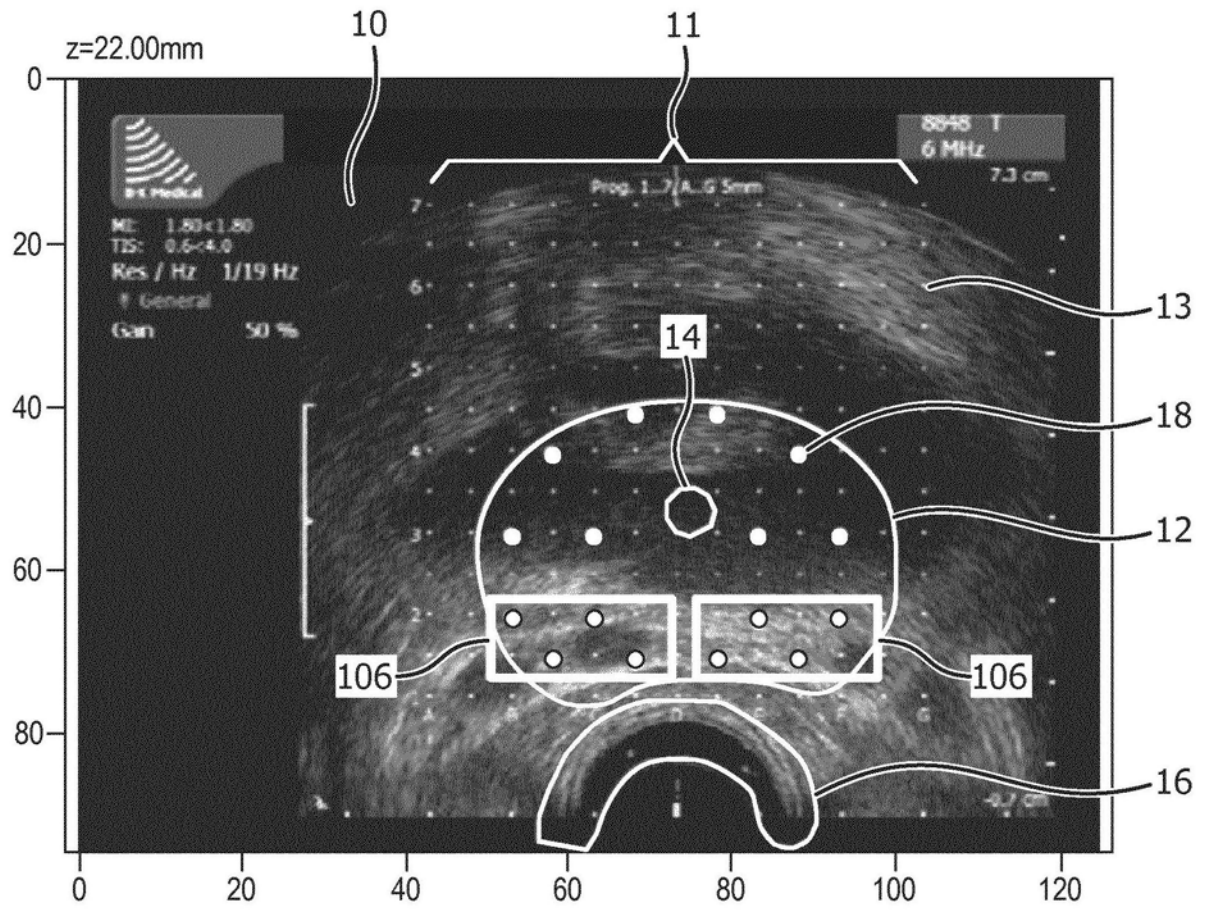


图1

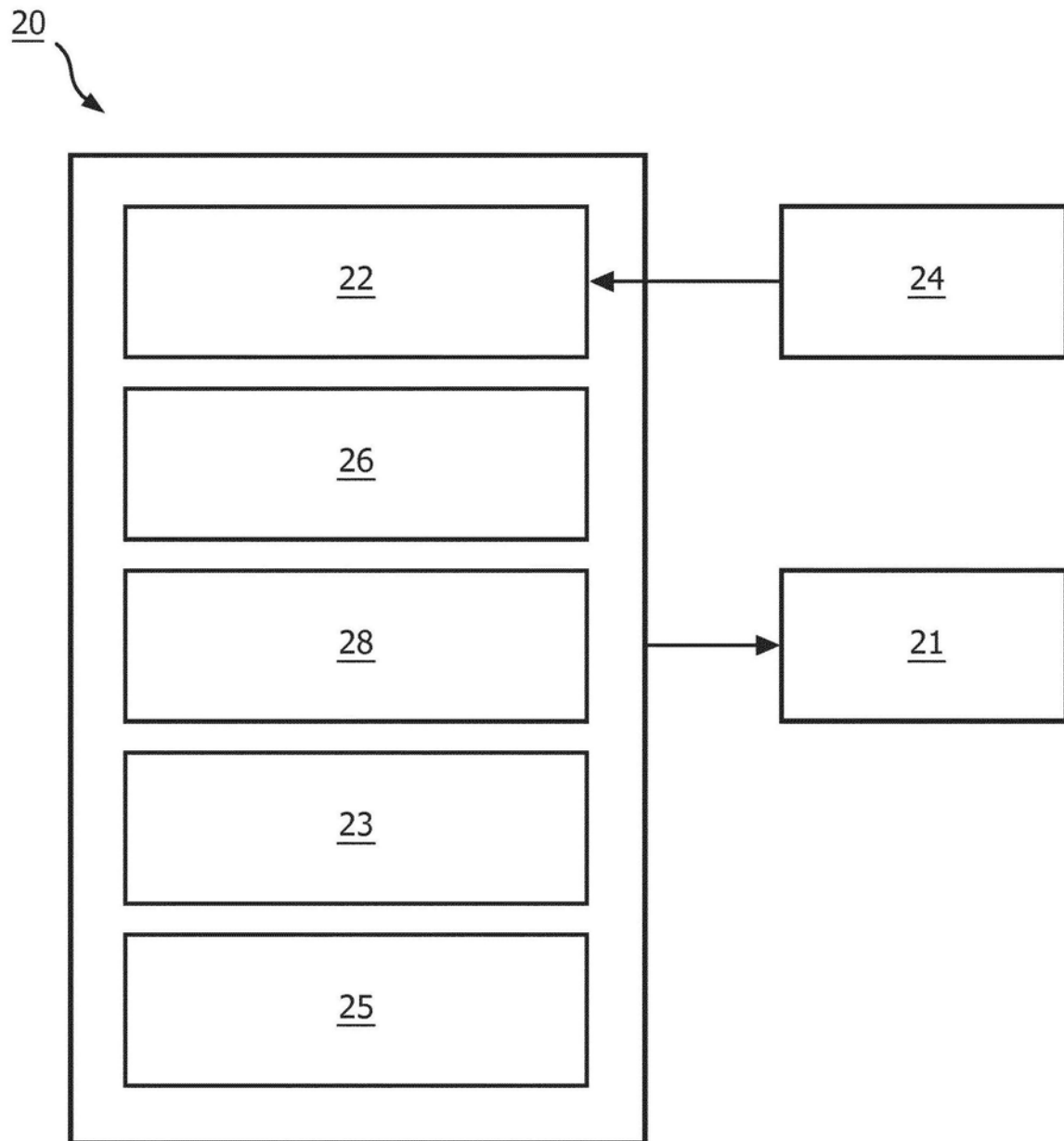


图2

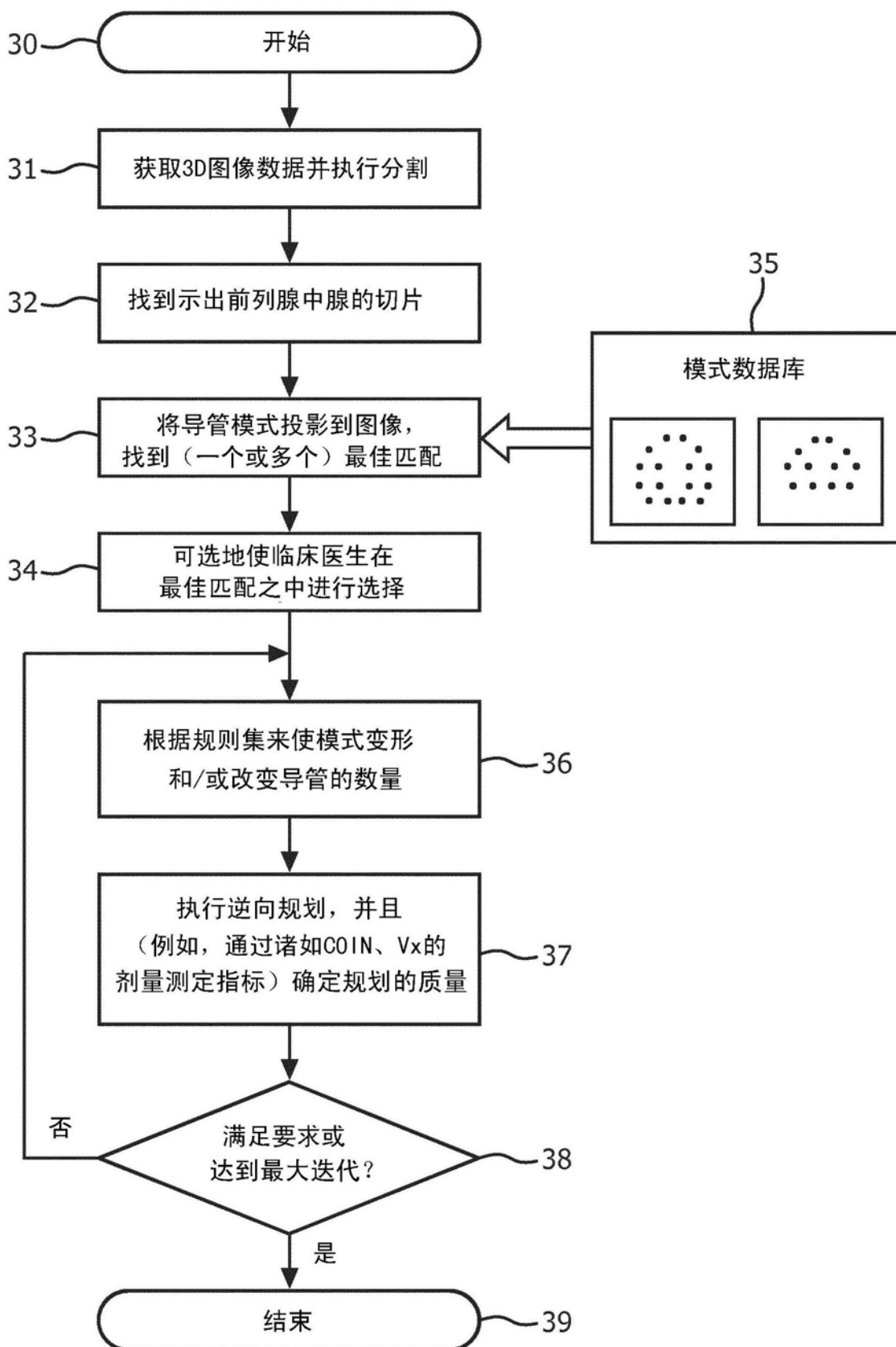


图3